

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-038960

(43)Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.Cl.

F02M 25/07

F02D 21/08

F02D 41/02

F02D 43/00

F02M 25/08

(21)Application number : 11-193049

(71)Applicant : ROBERT BOSCH GMBH

(22)Date of filing : 07.07.1999

(72)Inventor : MALLEBREIN GEORG

(30)Priority

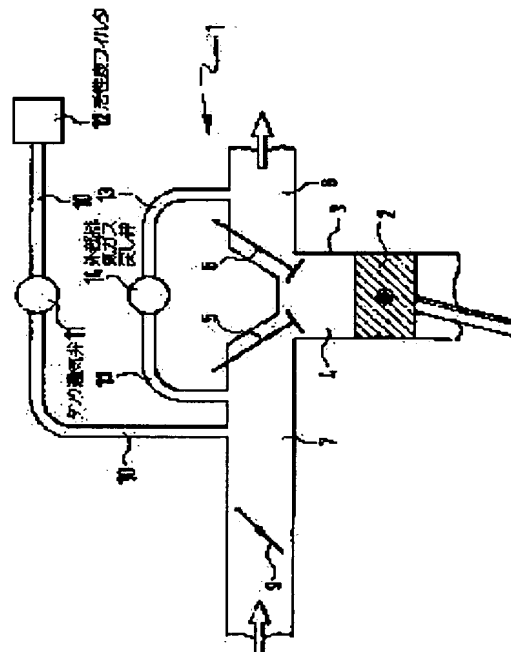
Priority number : 98 19830300 Priority date : 07.07.1998 Priority country : DE

(54) INTERNAL COMBUSTION ENGINE FOR AUTOMOBILE AND ITS OPERATION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To supply air to an intake pipe by way of a throttle valve and return exhaust gas to the intake pipe from an exhaust pipe by way of exhaust gas return system by a modeling, and thereby improve the operation method of an internal combustion engine for an automobile in particular.

SOLUTION: In this internal combustion engine for an automobile in particular, a throttle valve 9 capable of feeding air to an intake pipe 7 and exhaust gas return system 13, 14 capable of returning exhaust gas from an exhaust gas exhausting pipe 8 to the intake pipe 7, are provided. A control device is provided, which places the internal combustion engine under the control of an opening loop and/or a closing loop. Gas mixture in the inside of the intake pipe 7 can be divided into a fresh gaseous constituent (rffgabg), an inactive gaseous constituent (rfigabg) and a flammable gaseous constituent (rfhcabg).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3370954

[Date of registration]

15.11.2002

[Number of appeal against examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The operating method of the internal combustion engine by which air is supplied to an inlet pipe (7) through a throttle valve (9), and exhaust gas is returned to an inlet pipe (7) through exhaust gas return from an exhaust pipe (8) and which is characterized by dividing the gas mixture object in an inlet pipe (7) into a fresh gas-constituents (rffgabg) and inert gas component (rfigabg) and an inflammable-gas component (rfhcabg) especially in the operating method of the internal combustion engine (1) of an automobile.

[Claim 2] The operating method of claim 1 characterized by said exhaust gas's being returned to an inlet pipe (7) through external exhaust gas return (13 14) from an exhaust pipe (8) and external exhaust gas return (13 14) being taken into consideration by each 1st dead time (16) which acts on fresh gas constituents (rffgabg), an inert gas component (rfigabg), and an inflammable-gas component (rfhcabg).

[Claim 3] The operating method of claims 1 or 2 characterized by said exhaust gas's being returned to an inlet pipe (7) through internal exhaust gas return (4 5) from an exhaust pipe (8) and internal exhaust gas return (4 5) being taken into consideration by each 2nd dead time (17) which acts on fresh gas constituents (rffgabg), an inert gas component (rfigabg), and an inflammable-gas component (rfhcabg).

[Claim 4] The operating method of claims 2 or 3 characterized by what it opts for at least by one side of determining [the amount of the exhaust gas returned through that the amount of the exhaust gas returned through external exhaust gas return (13 14) is determined as a function of control of an exhaust gas return valve (14) and internal exhaust gas return (4 5)]-as function of control of inlet valve (5) **.

[Claim 5] Claim 1 to which resurgent gas's being supplied to an inlet pipe (7) from tank aeration (10, 11, 12) and said resurgent gas are characterized by being divided into fresh gas constituents (rffgtero) and an inflammable-gas component (rfhctero) thru/or one operating method of 4.

[Claim 6] The operating method of claims 2 and 5 characterized by adding that the fresh gas constituents (rffgagro) of said external exhaust gas return and the fresh gas constituents (rffgtero) of said tank aeration are added and the inflammable-gas component (rfhcagro) of said external exhaust gas return, and the inflammable-gas component (rfhctero) of said tank aeration.

[Claim 7] The operating method of claims 5 or 6 characterized by determining the amount of the exhaust gas supplied through tank aeration (10, 11, 12) as a function of control of a tank vent valve (11).

[Claim 8] Claim 2 to which the fresh gas constituents (rffgdtkro) of the air supplied through the throttle valve (9) are characterized by being added to the fresh gas constituents (rffgagro) of said external exhaust gas return, and the fresh gas constituents (rffgtero) of said tank aeration thru/or one operating method of 7.

[Claim 9] an inlet pipe (7) -- exhaust gas return (13 14) -- and each dead time (18) which acts on the air supplied through the throttle valve (9), and the fresh gas constituents of tank aeration (10, 11, 12), an inert gas component and an inflammable-gas component -- moreover, the operating method of claim 1 characterized by what is taken into consideration by filtering by the case thru/or either of 8.

[Claim 10] external exhaust gas return (13 14) -- and the operating method of claim 1 characterized by adding the air supplied through the throttle valve (9), and the fresh gas constituents of tank aeration (10, 11, 12), an inert gas component and an inflammable-gas component, and adding the fresh gas constituents, inert gas component, and inflammable-gas component of internal exhaust gas return (4 5) thru/or either of 9.

[Claim 11] Claim 1 to which the fresh gas constituents, inert gas component, and inflammable-gas component of exhaust gas in an exhaust pipe (8) are characterized by what it opts for from the fresh gas constituents, inert gas component, and inflammable-gas component of a gas mixture object in an inlet pipe (7) with a combustion equation thru/or one operating method of 10.

[Claim 12] Claim 1 characterized by determining the fresh gas constituents, inert gas component, and inflammable-gas component of exhaust gas in an exhaust pipe (8) by the sensor arranged in the exhaust pipe

(8) thru/or one operating method of 11.

[Claim 13] the program which can be performed on count equipment, especially a microprocessor is memorized, and suitable for activation of the operating method of claim 1 thru/or either of 12 -- especially -- the control member for the control unit of the internal combustion engine (1) of an automobile, especially fixed memory (ROM).

[Claim 14] The exhaust gas return which can return the throttle valve (9) which can be supplied to an inlet pipe (7), and exhaust gas to an inlet pipe (7) for air from an exhaust pipe (8) (13 14), In the internal combustion engine having the control unit for controlling an internal combustion engine (1) (an open loop and/or closed loop) especially for automobiles The internal combustion engine especially for automobiles characterized by the ability to divide the gas mixture object in an inlet pipe (7) into fresh gas constituents (rffgabg), an inert gas component (rfigabg), and an inflammable-gas component (rfhcabg) with said control unit.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention is a thing especially about the operating method of the internal combustion engine of an automobile by which air is supplied to an inlet pipe through a throttle valve, and exhaust gas is returned to an inlet pipe through exhaust gas return from an exhaust pipe in an internal combustion engine. This invention relates to the internal combustion engine having the exhaust gas return similarly which can return the throttle valve which can be supplied to an inlet pipe, and exhaust gas to an inlet pipe for air from an exhaust pipe, and the control unit for controlling an internal combustion engine (an open loop and/or closed loop) for automobiles especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] The demand to the newest internal combustion engine about reduction of the harmful matter contained in the exhaust gas with which the fuel consumed is reduced and discharged thru/or exhaust gas is becoming still higher. This is the same semantics as the purpose of improving combustion of an internal combustion engine's combustion chamber, and attaining the most perfect possible combustion especially. In order to reduce nitrogen oxides, the exhaust gas discharged from a combustion chamber is returned to an inlet pipe, therefore a combustion chamber, and burns further anew. External exhaust gas return can perform, a controllable exhaust gas return valve is prepared in exhaust gas return piping in this external exhaust gas return, and this can set up the amount of the exhaust gas which should be returned by this valve. preparing internal exhaust gas return as an alternative mode or an additional mode -- possible -- this internal exhaust gas return -- setting -- an internal combustion engine's inlet valve -- the between like an internal combustion engine's exhaust air line -- at least -- short-time ***** -- it is controlled like. Exhaust gas can reach an inlet pipe from an internal combustion engine between this time amount, and this shows exhaust gas return.

[0003] Other means for improving operation of an internal combustion engine are to grasp correctly the combustion process performed by an internal combustion engine's combustion chamber, and, thereby, this combustion process can be taken into consideration especially in the amount of supply of the fuel to a combustion chamber. The method of attaining this is to form an internal combustion engine, especially the combustion process of a combustion chamber as a model. In this case, a model is understood to be a kind of engine monitor. Thus, it becomes possible from a model at each time reception or to lead about the conditions which exist in a combustion chamber. As a function of this, an internal combustion engine's operation variable, for example, the mass flow rate of a fuel supplied, can be determined the optimal, and it can be set up.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is the technical problem of this invention to improve the operating method of an internal combustion engine given in the beginning with a model.

[0005]

[Means for Solving the Problem] This technical problem is solved especially in the internal combustion engine of an automobile and its operating method by [to which air is supplied to an inlet pipe by this invention through a throttle valve, and exhaust gas is returned to an inlet pipe through exhaust gas return by it from an exhaust pipe] dividing the gas mixture object within inhalation of air into fresh gas constituents, an inert gas component, and an inflammable-gas component.

[0006] The gas mixture object supplied to a combustion chamber is based on the knowledge of having a fresh gas-constituents and inert gas component and an inflammable-gas component for this invention by this gas mixture object rather than consists of only air. In this case, with fresh gas, it is understood as gas

required for combustion, for example, oxygen. With inert gas, it is understood as the gas which cannot burn, for example, a carbon monoxide, and a carbon dioxide. Moreover, it is understood as the gas which turns into inflammable gas from fuel vapor.

[0007] Thus, it is used when dividing a gas mixture object into these components determines an internal combustion engine's model to the gas mixture object supplied to an inlet pipe. The gas mixture object supplied to an inlet pipe is also divided into fresh gas, inert gas, and inflammable gas. At this time, the model of combustion an internal combustion engine's combustion chamber is formed as a foundation of this division.

[0008] It is possible to determine the exact model of restoration within inhalation of air by dividing into the above-mentioned component the gas mixture object supplied to an inlet pipe, as shown in this invention. Therefore, the precision fall of model formation is avoided. Similarly, it is possible to process each component of exhaust gas separately. Thereby, precision also rises further. It is separately combinable with the fresh gas constituents of the air to which the fresh gas constituents for example, in exhaust gas are especially supplied through a throttle valve. Thus, the precision fall generated in association with the air supplied and the returned whole exhaust gas is avoided.

[0009] The combustion process in a combustion chamber can be presumed by restoration by which especially an internal combustion engine's inhalation of air within the pipe one was modeled with the model. This indicates the possibility of determining more correctly than before the rate of the air which flows through the fuel and/or throttle valve which were injected, and/or exhaust gas return, and especially this makes the exhaust gas generated, therefore the harmful matter discharged reduced.

[0010] In the advantageous embodiment of this invention, exhaust gas is returned to an inlet pipe through external exhaust gas return from an exhaust pipe, and external exhaust gas return is taken into consideration by each 1st dead time which acts on a fresh gas-constituents and inert gas component and an inflammable-gas component. Exhaust gas is taken into consideration in the alternative mode or the additional mode of this invention by each 2nd dead time when it is returned to an inlet pipe through internal exhaust gas return at from an exhaust pipe, and internal exhaust gas return acts on a fresh gas-constituents and inert gas component and an inflammable-gas component. It is usable to the model determined by this easy approach in the time amount which needs the exhaust gas discharged from the combustion chamber in order to reach an exhaust pipe from an inlet pipe thru/or a combustion chamber.

[0011] In the advantageous embodiment of this invention, the amount of the exhaust gas with which the amount of the exhaust gas returned through external exhaust gas return was determined as a function of control of an exhaust gas return valve, and/or was returned through internal exhaust gas return is determined as a function of control of an inlet valve. Therefore, it is possible to calculate the amount of the exhaust gas returned through external exhaust gas return from control of an exhaust gas return valve to a model. It is possible similarly to presume the amount of the exhaust gas returned through internal exhaust gas return from control of an inlet valve.

[0012] In the advantageous embodiment of this invention, resurgent gas is supplied to an inlet pipe from tank aeration, and resurgent gas is divided into fresh gas constituents and an inflammable-gas component. Tank aeration shows other means by which the harmful matter emitted into air by that cause decreases, and a fuel is saved by coincidence. Uptake of the fuel which evaporates in a certain situation at least in a fuel tank is carried out without being emitted into atmospheric air, and it is supplied to combustion according to an inlet pipe. This resurgent gas that occurred from the fuel tank is also divided into the aforementioned component by this invention. However, unlike the returned exhaust gas, resurgent gas contains only fresh gas constituents and an inflammable-gas component excluding the inert gas component.

[0013] In the advantageous embodiment of this invention, the fresh gas constituents of external exhaust gas return and the fresh gas constituents of tank aeration are added, and the inflammable-gas component of external exhaust gas return and the inflammable-gas component of tank aeration are added. By this invention, the returned exhaust gas and the component to which resurgent gas corresponds are added. The aforementioned component will be separately taken into consideration in this way, consequently will raise the precision of the model of combustion by this invention as mentioned above.

[0014] It is advantageous especially when the amount of the exhaust gas supplied through tank aeration is determined as a function of control of a tank vent valve. In an advantageous embodiment, the fresh gas constituents of the air supplied through the throttle valve are added to the fresh gas constituents of tank aeration by the case with the fresh gas constituents of external exhaust gas return. The component to which the returned exhaust gas and the supplied air correspond by this invention is also added. The aforementioned component will be separately taken into consideration in this way, consequently will raise the precision of

the combustion model by this invention as mentioned above.

[0015] It is taken into consideration in other advantageous embodiments of this invention by each dead time when the air which exhaust gas return reached and was supplied through the throttle valve reaches at, and an inlet pipe acts on the fresh gas constituents, inert gas component, and inflammable-gas component of tank aeration by the case. Thus, the pass time within inhalation of air can be used for the determined model.

[0016] In the advantageous embodiment of this invention, the air which external exhaust gas return reached and was supplied through the throttle valve reaches, the fresh gas constituents, inert gas component, and inflammable-gas component of tank aeration are added by the case, and the fresh gas constituents, inert gas component, and inflammable-gas component of internal exhaust gas return are added. By this invention, the returned exhaust gas and the component to which the supplied air corresponds are added. The aforementioned component will be separately taken into consideration in this way, consequently will raise the precision of the combustion model by this invention as mentioned above.

[0017] In the advantageous embodiment of this invention, the fresh gas constituents, inert gas component, and inflammable-gas component of exhaust gas in an exhaust pipe are determined by the combustion equation from the fresh gas constituents, inert gas component, and inflammable-gas component of a gas mixture object within inhalation of air. The fresh gas constituents, inert gas component, and inflammable-gas component of exhaust gas in an exhaust pipe are able to be determined as an alternative mode or an additional mode by the sensor arranged in the exhaust pipe. Thus, the relation to the exhaust gas in an exhaust pipe is formed through an internal combustion engine's combustion chamber from the gas mixture object within inhalation of air.

[0018] Especially the thing for which the approach by this invention is performed with the gestalt of the control member in which it is especially prepared for the control unit of the internal combustion engine of an automobile is important. In this case, a program is memorized by the control member, and a program can perform on count equipment, especially a microprocessor, and it is suitable for activation of the approach by this invention. In this case, this control member that this invention was performed by the program memorized by the control member, therefore was equipped with the program shows this invention like that method of being suitable for activation of a program of this approach. As a control member, an electric-type storage (ROM), for example, fixed memory, may be used.

[0019]

[Embodiment of the Invention] The internal combustion engine 1 of an automobile is shown in drawing 1, and a piston 2 can reciprocate within a cylinder 3 in an internal combustion engine 1. A combustion chamber 4 is established in a cylinder 3, and especially the combustion chamber 4 is surrounded by the piston 2, the inlet valve 5, and the outlet valve 6. An inlet pipe 7 is combined with an inlet valve 5, and the exhaust pipe 8 is combined with the outlet valve 6. Similarly, the ignition plug is attached to the combustion chamber 4 with the injection valve and the case.

[0020] The pivotable throttle valve 9 is formed in an inlet pipe 7, and air can be supplied to an inlet pipe 7 through a throttle valve 9. The amount of air supply is the function of the angular position of a throttle valve 9. The tank aeration piping 10 is flowing into the inlet pipe 7 between a throttle valve 9 and a combustion chamber 4. The tank aeration piping 10 is combined with the charcoal filter 12 through the tank vent valve 11. The resurgent gas which evaporated in the fuel tank of an automobile and was filtered within the charcoal filter 12 can be supplied to an inlet pipe 7 through the tank aeration piping 10. The resurgent gas amount of supply is the function of the location of the tank vent valve 11.

[0021] The exhaust gas return piping 13 is returned to an inlet pipe 7 from an exhaust pipe 8, and the exhaust gas return piping 13 is flowing into the inlet pipe 7 between a throttle valve 9 and a combustion chamber 4 in this case. It is possible to return exhaust gas to an inlet pipe 7 from an exhaust pipe 8 through the exhaust gas return piping 13. The exhaust gas return valve 14 is formed in the exhaust gas return piping 13, and the amount of exhaust gas return is the function of the location of the exhaust gas return valve 14.

[0022] Next, how to determine with a model is explained for the number of the particles which flow into an inlet pipe 7 and flow out of it by drawing 2. This number is further used in explanation of the model shown in drawing 3.

[0023] The sign currently used for drawing 2 is explained to the Appendix 1. The formula of relation is indicated by the Appendix 2 at drawing 2. In between like the inhalation-of-air line in an internal combustion engine 1 in about one line of the piston in a cylinder 3, a particle number N_{zylneu} is taken out from an inlet pipe 7. This is given by subtracting a particle number N_{zylirg} from a particle number N_{zylges} .

[0024] The particle number N_{zylges} expresses the particle number which can be absorbed by the piston 2 from an inlet pipe 7 based on the maximum existence volume of a combustion chamber 4. The maximum

existence volume of a combustion chamber 4 is the function of the cylinder capacity V_{hub} of a piston 2, and the 'invalid' volume V_{tot} which a combustion chamber 4 has. A particle number N_{zylges} can be calculated by the general formula, and the temperature t_{bres} in the combustion chamber 4 when the inlet valve 5 has closed in this case, and the pressure p_{saug} in an inlet pipe 7 are taken into consideration.

[0025] Since the particle number which remains as invalid volume in a combustion chamber 4 was expressed and this particle number remains in addition in the combustion chamber 4 of a cylinder 3 from the last combustion as mentioned above, a particle number N_{zylirg} is not absorbed by the piston 2 from an inlet pipe 7. A particle number N_{zylirg} is a function of the invalid volume V_{tot} which a combustion chamber 4 has. A particle number N_{zylirg} is calculated in a general gas formula, and the temperature t_{bras} in the combustion chamber 4 when the outlet valve 6 has closed in this case, and the pressure p_{abg} in an exhaust pipe 8 are taken into consideration.

[0026] The particle number N_{zylneu} taken out from the inlet pipe 7 is changed into a particle number N_{abges} , i.e., the particle number per unit time amount, after that. For this reason, the multiplication of the particle number N_{zylneu} is carried out to an internal combustion engine's 1 rotational speed n_{mot} . Since a four-cycle engine is used as an internal combustion engine 1 and a four-cycle engine has like 1 inhalation-of-air line every two rotations, the multiplication constant K is used. The conversion to a second from a part are performed to coincidence by the constant K .

[0027] Particle flow N_{abges} is convertible for the sum total relative fill r_{fges} which flows out of an inlet pipe 7, and flows into a combustion chamber 4. The outflow of the particle from an inlet pipe 7 to into a combustion chamber 4 forms an inflow into an inlet pipe 7 in coincidence. In this case, particle flow N_{zuges} is equivalent to it.

[0028] Particle flow N_{zuges} is convertible for the sum total relative fill r_{fgesro} which flows in an inlet pipe 7. Particle flow N_{zuges} consists of particle flow N_{zudk} , N_{zutev} , and N_{zuagr} . Particle flow N_{zudk} consists of air and flows into an inlet pipe 7 through a throttle valve 9. Particle flow N_{zutev} consists of resurgent gas, and flows into an inlet pipe 7 through the tank aeration piping 10. Particle flow N_{zuagr} consists of exhaust gas, and flows into an inlet pipe 7 through the exhaust gas return piping 13.

[0029] Particle flow N_{abges} which flows out of an inlet pipe 7 is subtracted from particle flow N_{zuges} which flows into an inlet pipe 7. This result is supplied to an integrator 15 and the integrator 15 models the storage property of an inlet pipe 7. An integrator 15 forms a particle number $N_{saugges}$ from the particle flow supplied to the integrator 15, i.e., the particle number supplied to per unit time amount. This particle number $N_{saugges}$ shows the particle number which exists in an inlet pipe 7 at each time.

[0030] The pressure p_{saug} in an inlet pipe 7 can be determined from a particle number $N_{saugges}$ using a general gas formula. For this reason, the volume V_{saug} of an inlet pipe 7 and gas-temperature t_{saug} in an inlet pipe 7 are taken into consideration. The particle number N_{zylges} could be determined from the pressure p_{saug} in an inlet pipe 7, and the particle number N_{zylneu} could be determined from the particle number N_{zylges} , and explanation of the beginning of drawing 2 has left the particle number N_{zylneu} .

[0031] The model of drawing 2 is shown in drawing 3 in consideration of combustion of the fuel/air mixture of the combustion chamber especially in the internal combustion engine 1. The sign currently used in drawing 3 is explained to the Appendix 3. The formula of relation is indicated by the Appendix 4 at drawing 3.

[0032] It sets like each exhaust air line of an internal combustion engine 1, and exhaust gas $r_{fabgges}$ is discharged by the exhaust pipe 8 from a combustion chamber 4. This exhaust gas $r_{fabgges}$ serves as fresh gas-constituents r_{ffgabg} from the inert gas component r_{figabg} and the inflammable-gas component r_{fhcabg} . Fresh gas-constituents r_{ffgabg} expresses gas required for combustion, for example, oxygen. The inert gas component r_{figabg} expresses non-flammable gas, for example, a carbon monoxide, or a carbon dioxide. For example, the gas which consists of fuel vapor is understood to be the inflammable-gas component r_{fhcabg} .

[0033] This relative fill is changed into the concentration k_{fgabg} , k_{igabg} , and k_{hcabg} of relation by doing a division by sum total exhaust gas $r_{fabgges}$ discharged by fresh gas-constituents r_{ffgabg} , and the inert gas component r_{figabg} and the inflammable-gas component r_{fhcabg} expressing a relative fill. This is shown in the conversion block 19.

[0034] Concentration k_{fgabg} , k_{igabg} , and k_{hcabg} is supplied to the dead-time element 16, respectively, and time amount required in order to return exhaust gas to an inlet pipe 7 through the exhaust gas return piping 13 with the dead-time element 16 from an exhaust pipe 8 is modeled. The exhaust gas return performed with the dead-time element 16 through the exhaust gas return piping 13 and the exhaust gas return valve 14 is also taken into consideration. This shows external exhaust gas return.

[0035] Exhaust gas r_{fagro} returned through the exhaust gas piping 13 as a function of the location of the

exhaust gas return valve 14 can be determined. The relative fill of relation is again obtained by carrying out multiplication to exhaust gas rfgagro which was able to return the concentration kfgabg, kigabg, and khcagb by which time delay was carried out. This is shown in the multiplication block 20 and the components rffgagro, rfigagro, and rfhcagro returned through external exhaust gas return by the multiplication block 20 are determined. These components express fresh gas-constituents rffgagro, the inert gas component rfigagro, and the inflammable-gas component rfhcagro which are returned to an inlet pipe 7.

[0036] Concentration kfgabg, kigabg, and khcagb is similarly supplied to the dead-time element 17, respectively, and the time amount between two combustion in which the same cylinder 3 gets mixed up with the dead-time element 17 is modeled.

[0037] As drawing 2 was explained, in each combustion, the invalid volume containing exhaust gas remains in an internal combustion engine's 1 combustion chamber 4. This invalid volume must be again taken into consideration in the next combustion. This is attained by return through the dead-time element 17, and is expressed as internal exhaust gas return.

[0038] In addition to the invalid volume which remains, such return of the exhaust gas from a combustion chamber 4 to an inlet pipe 7 can be further increased by opening an inlet valve 5 a certain time at least in between like an internal combustion engine's 1 exhaust air line. Exhaust gas is returned to an inlet pipe 7 from the direct combustion chamber 4 between this time amount. This exhaust gas return expresses the so-called interior exhaust gas return of expansion, and this internal exhaust gas return must be similarly taken into consideration in the next combustion. This is similarly attained by the dead-time element 17.

[0039] The amount rfirg of the exhaust gas returned directly can be determined as the function of the invalid volume in an internal combustion engine's 1 combustion chamber 4, and a function of the control of an inlet valve 5 by the case. The multiplication block 21 can determine next the components rffgirg, rfigirg, and rfhcirg returned through internal exhaust gas return from the time delay concentration kfgabg, kigabg, and khcagb using this value. These components express fresh gas-constituents rffgirg, the inert gas component rfigirg, and the inflammable-gas component rfhcirg which are returned to an inlet pipe 7.

[0040] Resurgent gas rftero supplied to an inlet pipe 7 through the tank aeration piping 10 consists of fresh gas-constituents rffgtero and an inflammable-gas component rfhctero. The total quantity rftero of resurgent gas can be determined through the location of the tank vent valve 11. As a function of the concentration of resurgent gas rftero, the percent rate rffgtero of fresh gas constituents and the percent rate rfhctero of an inflammable-gas component can be presumed next.

[0041] Especially the air supplied to an inlet pipe 7 through a throttle valve 9 as a function of the existing pneumatic pressure has predetermined fresh gas-constituents rffgdkro. Fresh gas-constituents rffgdkro of this last, fresh gas-constituents rffgtero of resurgent gas, and fresh gas-constituents rffgagro of external exhaust gas return are added. This result is supplied to the division block 22.

[0042] The inert gas component rfigagro of external exhaust gas return is similarly supplied to the division block 22. The inflammable-gas component rfhctero of resurgent gas and the inflammable-gas component rfhcagro of external exhaust gas return are added, and then are supplied to the division block 22.

[0043] As drawing 2 was explained, the sum total relative fill rfgesro which flows in an inlet pipe 7 can be determined from particle flow Nzuges. The relative fill determined by addition in part is supplied to the division block 22, and is changed into concentration by doing a division by this sum total relative fill rfgesro.

[0044] Time delay of the called-for concentration is carried out with the dead-time element 18. Thereby, conveyance to the inlet pipe 7 of a gas mixture object is modeled. A low-pass filter may be further prepared in the dead-time element 18, and mixing while a gas mixture object passes through the inside of an internal combustion engine's 1 inlet pipe 7 can be modeled with this low-pass filter. In this case, the dead-time element 18 is related to the fresh gas, inert gas, and inflammable gas which constitute the gas mixture object in an internal combustion engine's 1 inlet pipe 7.

[0045] As drawing 2 was explained, the sum total relative fill rfges which flows out of an inlet pipe 7 can be determined from particle flow Nabges. By carrying out multiplication to the sum total relative fill rfges of a multiplication block 23 smell lever, the concentration by which time delay was carried out with the dead-time element 18 can be again converted into a relative fill, and, moreover, can be converted into the relative fill rffg to fresh gas, the relative fill rfig to inert gas, and the relative fill rfhc to inflammable gas.

[0046] The external exhaust gas return performed through the exhaust gas return piping 13 is combined with the inlet pipe 7 as shown in drawing 1. From this reason, the component of relation is combined with external exhaust gas return before the dead-time element 18 which modeled the inlet pipe 7. Unlike this, internal exhaust gas return is directly performed in a combustion chamber 4, or is additionally performed by

the case from a combustion chamber 4 to an inlet pipe 7. From this reason, the component of relation is combined with the internal exhaust gas return valve by the backside [the dead-time element 18 which modeled the inlet pipe 7].

[0047] Fresh gas-constituents rffg and fresh gas-constituents rffgirn of internal exhaust gas return are added. Calculated fresh gas-constituents rffguvg shows the fresh gas supplied to a combustion chamber 4. The inert gas component rfig and the inert gas component rfigirn of internal exhaust gas return are added. The called-for inert gas component rffguvg shows the inert gas supplied to a combustion chamber 4. The inflammable-gas component rfhc and the inflammable-gas component rfhcirn of internal exhaust gas return are added. The called-for inflammable-gas component rfhcuvg shows the inflammable gas supplied to a combustion chamber 4.

[0048] The relative fuel mass flow rate rk is injected by the combustion chamber 4. In a combustion chamber 4, this fuel mass flow rate rk and fresh gas-constituents rffguvg, the inert gas component rfiguv, and the inflammable-gas component rfhcuv are lit with an ignition plug, and burn. The exhaust gas which has fresh gas-constituents rffgabg, the inert gas component rfigabg, and the inflammable-gas component rfhcabg like this time from this combustion was called for, and explanation of the beginning of drawing 3 is left from these components.

[0049] The exhaust gas in the exhaust pipe 8 which consists of fresh gas-constituents rffgabg, an inert gas component rfigabg, and an inflammable-gas component rfhcabg can be determined from the gas mixture object supplied to the combustion chamber 4 through the inlet pipe 7 by the following combustion equations, and this gas mixture object consists of fresh gas-constituents rffguvg, an inert gas component rfiguv, and an inflammable-gas component rfhcuv in this case.

[0050] A degree type is materialized to fresh gas.

[0051]

[Equation 1]

$$\text{rffgabg} = \text{rffguvg} - \langle \text{rk} * \eta_{vb} * \text{rfhcuv} * 30 \rangle$$

[0052] It is here and is maximum $\langle \rangle = \text{rffguvg}$. etavb shows the rate which actually burns in a combustion chamber 4 among the relative fills rfhcuv of the inflammable gas supplied to the combustion chamber 4. Especially this rate is obtained from sum total inflammable-gas rfhcuv supplied to the combustion chamber 4 as homogeneity supply not being caught by the ignition frame by the case, therefore not burning in the stratification supply obtained from direct injection and it of the relative fuel mass flow rate rk into a combustion chamber 4.

[0053] A multiplier 30 is obtained from the stoichiometry of fresh gas and inflammable gas, and are mass ratio 1:15 and a density ratio 1:2, concerning butane in this case. The value in parenthesis expression $\langle \rangle$ is subtracted from the fresh gas rffguvg supplied to the combustion chamber 4. The reason is the fresh gas which the supplied inflammable gas which fuel-mass-flow-rate-rk(ed) and was supplied was changed, therefore was supplied "is consumed" in combustion.

[0054] A degree type is materialized to inert gas.

[0055]

[Equation 2]

$$\text{rfigabg} = \text{rfiguv} + \langle \text{rk} * \eta_{vb} * \text{rfhcuv} * 30 \rangle$$

[0056] It is here and is maximum $\langle \rangle = \text{rffguvg}$. In this case, the value in parenthesis expression $\langle \rangle$ is added to inert gas rfiguv supplied to the combustion chamber 4. It is because the inflammable gas with which the reason was supplied in combustion and which fuel-mass-flow-rate-rk(ed) and was supplied is changed, and forms exhaust gas, therefore still a lot of inert gas occurs.

[0057] A degree type is materialized to inflammable gas.

[0058]

[Equation 3]

$$\begin{aligned} \text{rfhcabg} = & \text{rfhcuv} * (1 - \eta_{vb}) \\ & + \langle (\text{rk} + \eta_{vb} * \text{rfhcuv} * 30) - (\text{rffguvg} / 30) \rangle \end{aligned}$$

[0059] It is here and is minimum $\langle \rangle = 0$. Inflammable-gas rfhcabg is one side and only the rate which actually burned in the combustion chamber is reduced. On the other hand, amendment is performed by the value in parenthesis expression $\langle \rangle$, and this amendment is required in especially rich mixture.

[0060] An epitome determines fresh gas-constituents rffgabg, the inert gas component rfhcabg, and the

inflammable-gas component $rfhcabg$ which are contained in the exhaust pipe 8 using a combustion equation in this way.

[0061] As an alternative mode or an additional mode, fresh gas-constituents $rffgabg$, the inert gas component $rfigabg$, and the inflammable-gas component $rfhcabg$ which are contained in the exhaust pipe 8 can be determined by the sensor arranged in the exhaust pipe 8.

[Translation done.]

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

[Drawing 1]

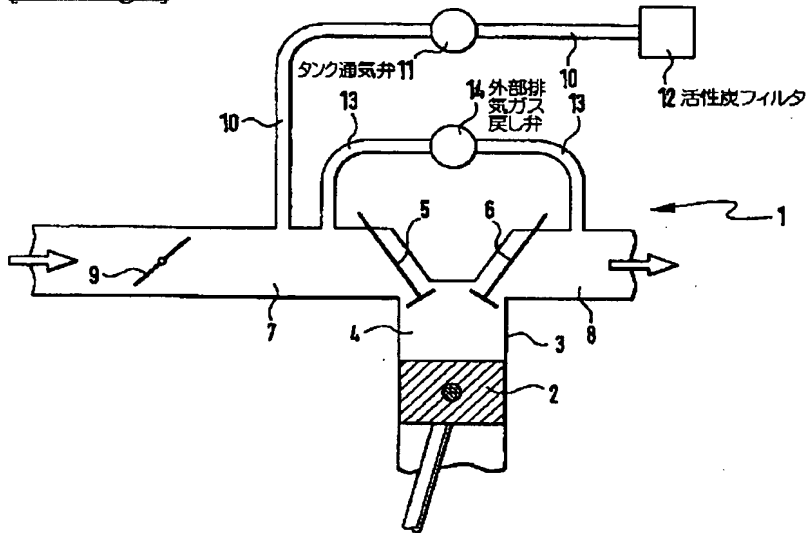
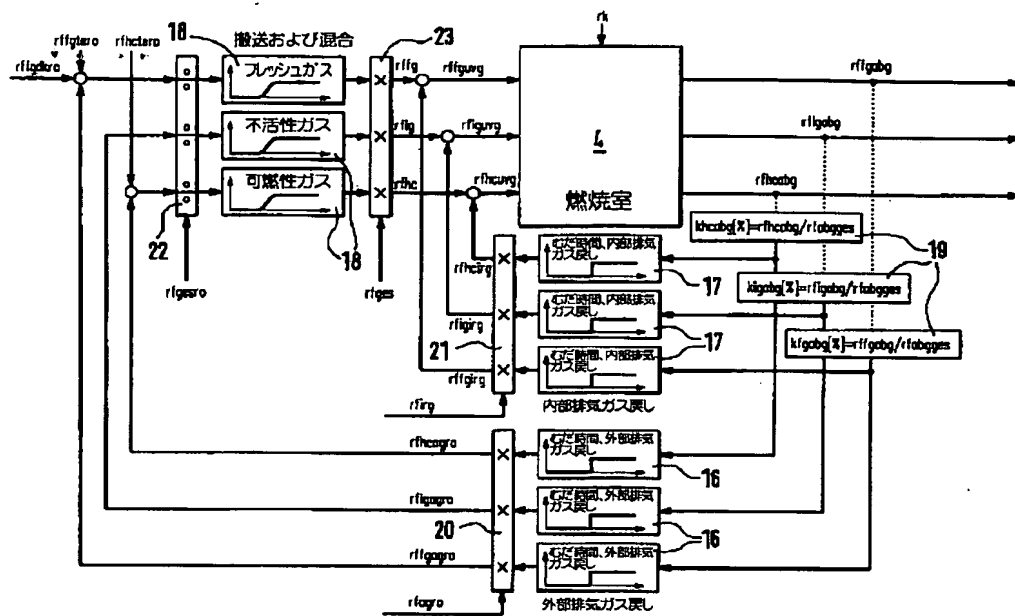


Figure 1 is a block diagram of a gas concentration control system. The diagram illustrates the flow of various gas components and the resulting gas mixture entering a combustion chamber (16). Key components and their functions are as follows:

- Gas Source (1):** Provides the initial gas supply.
- Gas Flow Controller (2):** Controls the flow rate of the gas.
- Gas Flow Meter (3):** Measures the flow rate of the gas.
- Gas Flow Sensor (4):** Detects the flow rate of the gas.
- Gas Flow Controller (5):** Controls the flow rate of the gas.
- Gas Flow Meter (6):** Measures the flow rate of the gas.
- Gas Flow Sensor (7):** Detects the flow rate of the gas.
- Gas Flow Controller (8):** Controls the flow rate of the gas.
- Gas Flow Meter (9):** Measures the flow rate of the gas.
- Gas Flow Sensor (10):** Detects the flow rate of the gas.
- Gas Flow Controller (11):** Controls the flow rate of the gas.
- Gas Flow Meter (12):** Measures the flow rate of the gas.
- Gas Flow Sensor (13):** Detects the flow rate of the gas.
- Gas Flow Controller (14):** Controls the flow rate of the gas.
- Gas Flow Meter (15):** Measures the flow rate of the gas.
- Gas Flow Sensor (16):** Detects the flow rate of the gas.

The diagram also shows the gas flow rate (G) and the gas concentration (C) at various points in the system. The gas flow rate is measured at points 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, and 16. The gas concentration is measured at points 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, and 16.

[Drawing 3]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-38960
(P2000-38960A)

(43) 公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 0 2 M 25/07	5 5 0	F 0 2 M 25/07	5 5 0 E 5 5 0 M
F 0 2 D 21/08	3 0 1	F 0 2 D 21/08	3 0 1 Z
41/02	3 0 1	41/02	3 0 1 E 3 0 1 J
審査請求 有 請求項の数14 O L (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-193049

(22) 出願日 平成11年7月7日(1999.7.7)

(31) 優先権主張番号 1 9 8 3 0 3 0 0 . 9

(32) 優先日 平成10年7月7日(1998.7.7)

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 591245473

ロベルト・ボッシュ・ゲゼルシャフト・ミ
ト・ベシュレンクテル・ハフツング
ROBERT BOSCH GMBH
ドイツ連邦共和国デー-70442 シュトゥ
ットガルト, ヴェルナー・シュトラッ
セ 1

(72) 発明者 ゲオルグ・マルレブレイン

ドイツ連邦共和国 70825 コルンタール
ミュンヒンゲン, ノイハルデンシュトラ
ッセ 42/1

(74) 代理人 100089705

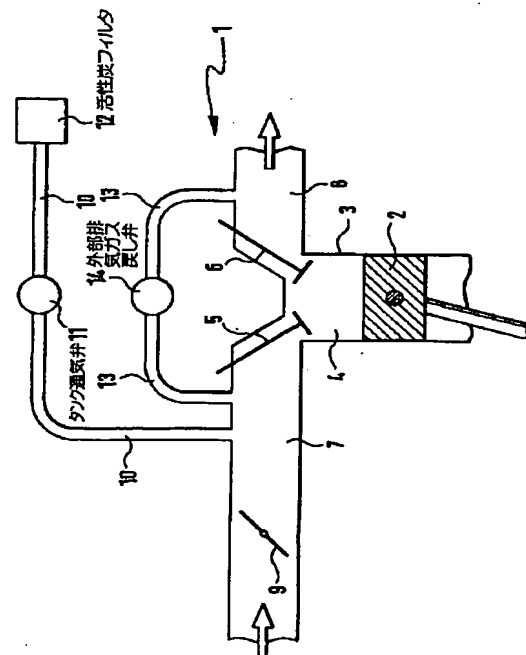
弁理士 社本 一夫 (外4名)

(54) 【発明の名称】 自動車の内燃機関及びその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 モデルにより、空気が絞り弁を介して吸気管に供給されかつ排気ガスが排気管から排気ガス戻しを介して吸気管に戻される、とくに自動車の内燃機関の運転方法を改善する。

【解決手段】 とくに自動車用の内燃機関 (1) において、空気を吸気管 (7) に供給可能な絞り弁 (9) と、排気ガスを排気管 (8) から吸気管 (7) に戻すことが可能な排気ガス戻し (13, 14) とが設けられている。内燃機関 (1) を (開ループおよび/または閉ループ) 制御するための制御装置が設けられている。制御装置により、吸気管 (7) 内のガス混合物を、フレッシュガス成分 (r f f g a b g) と、不活性ガス成分 (r f i g a b g) と、可燃性ガス成分 (r f h c a b g) とに分割することが可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空気が絞り弁(9)を介して吸気管(7)に供給され、かつ排気ガスが排気管(8)から排気ガス戻しを介して吸気管(7)に戻される、とくに自動車の内燃機関(1)の運転方法において、

吸気管(7)内のガス混合物が、フレッシュガス成分(rffgabg)、不活性ガス成分(rfigabg)および可燃性ガス成分(rfhcagb)に分割されることを特徴とする内燃機関の運転方法。

【請求項2】 前記排気ガスが、排気管(8)から外部排気ガス戻し(13, 14)を介して吸気管(7)に戻されること、および外部排気ガス戻し(13, 14)が、フレッシュガス成分(rffgabg)と、不活性ガス成分(rfigabg)と、可燃性ガス成分(rfhcagb)とに作用するそれぞれの第1のむだ時間(16)により考慮されること、を特徴とする請求項1の運転方法。

【請求項3】 前記排気ガスが、排気管(8)から内部排気ガス戻し(4, 5)を介して吸気管(7)に戻されること、および内部排気ガス戻し(4, 5)が、フレッシュガス成分(rffgabg)と、不活性ガス成分(rfigabg)と、可燃性ガス成分(rfhcagb)とに作用するそれぞれの第2のむだ時間(17)により考慮されること、を特徴とする請求項1または2の運転方法。

【請求項4】 外部排気ガス戻し(13, 14)を介して戻された排気ガスの量が、排気ガス戻し弁(14)の制御の関数として決定されること、および内部排気ガス戻し(4, 5)を介して戻された排気ガスの量が、入口弁(5)の制御の関数として決定されること、の少なくとも一方で決定されることを特徴とする請求項2または3の運転方法。

【請求項5】 再生ガスが、タンク通気(10, 11, 12)から吸気管(7)に供給されること、および前記再生ガスが、フレッシュガス成分(rffgtero)および可燃性ガス成分(rfhctero)に分割されること、を特徴とする請求項1ないし4のいずれかの運転方法。

【請求項6】 前記外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分(rffgagro)と、前記タンク通気のフレッシュガス成分(rffgtero)とが加算され、かつ前記外部排気ガス戻しの可燃性ガス成分(rfhcagro)と、前記タンク通気の可燃性ガス成分(rfhctero)とが加算されること、を特徴とする請求項2および5の運転方法。

【請求項7】 タンク通気(10, 11, 12)を介して供給された排気ガスの量がタンク通気弁(11)の制御の関数として決定されることを特徴とする請求項5または6の運転方法。

【請求項8】 絞り弁(9)を介して供給された空気の

フレッシュガス成分(rffgdkro)が、前記外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分(rffgagro)と、前記タンク通気のフレッシュガス成分(rffgtero)とに加算されることを特徴とする請求項2ないし7のいずれかの運転方法。

【請求項9】 吸気管(7)が、排気ガス戻し(13, 14)の、および絞り弁(9)を介して供給された空気の、およびタンク通気(10, 11, 12)のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とに作用するそれぞれのむだ時間(18)により、また場合によりフィルタリングにより考慮されることを特徴とする請求項1ないし8のいずれかの運転方法。

【請求項10】 外部排気ガス戻し(13, 14)の、および絞り弁(9)を介して供給された空気の、およびタンク通気(10, 11, 12)のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算され、また内部排気ガス戻し(4, 5)のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算されることを特徴とする請求項1ないし9のいずれかの運転方法。

【請求項11】 排気管(8)内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、燃焼式により、吸気管(7)内のガス混合物のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とから決定されることを特徴とする請求項1ないし10のいずれかの運転方法。

【請求項12】 排気管(8)内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、排気管(8)内に配置されているセンサにより決定されることを特徴とする請求項1ないし11のいずれかの運転方法。

【請求項13】 計算装置とくにマイクロプロセッサ上で実行可能なプログラムが記憶され、かつ請求項1ないし12のいずれかの運転方法の実行に適している、とくに自動車の内燃機関(1)の制御装置のための制御要素とくに固定記憶装置(ROM)。

【請求項14】 空気を吸気管(7)に供給可能な絞り弁(9)と、排気ガスを排気管(8)から吸気管(7)に戻すことが可能な排気ガス戻し(13, 14)と、内燃機関(1)を(開ループおよび/または閉ループ)制御するための制御装置とを備えた、とくに自動車用の内燃機関において、

前記制御装置により、吸気管(7)内のガス混合物を、フレッシュガス成分(rffgabg)と、不活性ガス成分(rfigabg)と、可燃性ガス成分(rfhcagb)とに分割可能であることを特徴とする、とくに自動車用の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関におい

て、空気が絞り弁を介して吸気管に供給され、かつ排気ガスが排気管から排気ガス戻しを介して吸気管に戻される、とくに自動車の内燃機関の運転方法に関するものである。本発明は同様に、空気を吸気管に供給可能な絞り弁と、排気ガスを排気管から吸気管に戻すことが可能な排気ガス戻しと、内燃機関を（開ループおよび／または閉ループ）制御するための制御装置とを備えた、とくに自動車用の内燃機関に関するものである。

【0002】

【従来の技術】消費される燃料の低減、および排出される排気ガスないし排気ガス内に含まれる有害物質の低減に関する最新式内燃機関に対する要求は、ますます高くなりつつある。これは、内燃機関の燃焼室内の燃焼を改善し、とくにできるだけ完全な燃焼を達成するという目的と同じ意味である。窒素酸化物を低減するために、燃焼室から排出される排気ガスは、吸気管、したがって燃焼室に戻され、さらに改めて燃焼される。これは外部排気ガス戻しにより行うことができ、この外部排気ガス戻しにおいて、排気ガス戻し配管内に制御可能な排気ガス戻し弁が設けられ、この弁により戻すべき排気ガスの量を設定することができる。代替態様または追加態様として、内部排気ガス戻しを設けることが可能であり、この内部排気ガス戻しにおいて、内燃機関の入口弁は、内燃機関の排気行程の間に、少なくとも短時間開かれるように制御される。この時間の間、排気ガスは内燃機関から吸気管に到達することができ、これは排気ガス戻しを示している。

【0003】内燃機関の運転を改善するための他の手段は、内燃機関の燃焼室内で行われる燃焼過程を正確に把握することであり、これにより、この燃焼過程を、とくに燃焼室への燃料の供給量において考慮することができる。これを達成する方法は、内燃機関、とくに燃焼室内の燃焼過程がモデルとして形成されることにある。この場合、モデルは一種の機関モニタと理解される。このように、燃焼室内に存在する条件を、各時点において、モデルから受け取りまたは導くことが可能となる。これらの関数として、内燃機関の運転変数、たとえば供給される燃料の質量流量を、最適に決定しかつ設定することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】モデルにより冒頭記載の内燃機関の運転方法を改善することが本発明の課題である。

【0005】

【課題を解決するための手段】この課題は、本発明により、空気が絞り弁を介して吸気管に供給され、かつ排気ガスが排気管から排気ガス戻しを介して吸気管に戻される、とくに自動車の内燃機関、及びその運転方法において、吸気管内のガス混合物が、フレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とに分割されること

により解決される。

【0006】本発明は、燃焼室に供給されるガス混合物が空気のみから構成されるのではなく、このガス混合物が、フレッシュガス成分、不活性ガス成分および可燃性ガス成分を有するという知見を基礎にしている。この場合、フレッシュガスとは、燃焼のために必要なガス、たとえば酸素と理解される。不活性ガスとは、燃焼可能ではないガス、たとえば一酸化炭素または二酸化炭素と理解される。また可燃性ガスとは、たとえば燃料蒸気からなるガスと理解される。

【0007】このように、ガス混合物をこれらの成分に分割することが、吸気管に供給されるガス混合物に対して内燃機関のモデルを決定するときに使用される。吸気管に供給されるガス混合物もまた、フレッシュガス、不活性ガスおよび可燃性ガスに分割される。このとき、この分割の基礎として、内燃機関の燃焼室内の燃焼のモデルが形成される。

【0008】吸気管に供給されるガス混合物を、本発明に示すように前述の成分に分割することにより、吸気管内の充填の正確なモデルを決定することが可能である。したがって、モデル形成の精度低下は回避される。同様に、排気ガスの個々の成分を別々に処理することが可能である。これにより精度もまたさらに上昇される。とくに、たとえば排気ガス内のフレッシュガス成分を、絞り弁を介して供給される空気のフレッシュガス成分と別々に結合することができる。このようにして、供給される空気と戻された排気ガス全体との結合において発生する精度低下が回避される。

【0009】モデルにより、とくに内燃機関の吸気管内のモデル化された充填により、燃焼室内での燃焼過程を推定することができる。これは、噴射された燃料および／または絞り弁を介して流入する空気および／または排気ガス戻しの割合を、従来よりも正確に決定することの可能性を開示し、これは、とくに発生される排気ガス、したがって排出される有害物質を低減させることになる。

【0010】本発明の有利な実施態様において、排気ガスが、排気管から外部排気ガス戻しを介して吸気管に戻され、外部排気ガス戻しが、フレッシュガス成分、不活性ガス成分および可燃性ガス成分に作用する、それぞれの第1のむだ時間により考慮される。本発明の代替態様または追加態様において、排気ガスが、排気管から内部排気ガス戻しを介して吸気管に戻され、また内部排気ガス戻しが、フレッシュガス成分、不活性ガス成分および可燃性ガス成分に作用する、それぞれの第2のむだ時間により考慮される。この簡単な方法により、燃焼室から排出された排気ガスが、吸気管ないし燃焼室から排気管に到達するために必要な時間を、決定されたモデルに使用可能である。

【0011】本発明の有利な実施態様において、外部排

気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量が、排気ガス戻し弁の制御の関数として決定され、および／または内部排気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量が、入口弁の制御の関数として決定される。したがって、モデルに対して、外部排気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量を排気ガス戻し弁の制御から計算することが可能である。同様に、入口弁の制御から、内部排気ガス戻しを介して戻された排気ガスの量を推定することが可能である。

【0012】本発明の有利な実施態様において、再生ガスがタンク通気から吸気管に供給され、再生ガスがフレッシュガス成分および可燃性ガス成分に分割される。タンク通気は、それにより空気中に放出される有害物質が少なくなりかつ同時に燃料が節約される他の手段を示している。燃料タンク内で少なくともある状況において蒸発する燃料は、大気中に放出されないで捕集され、かつ吸気管に、したがって燃焼に供給される。本発明により、燃料タンクから発生したこの再生ガスもまた前記の成分に分割される。しかしながら、戻された排気ガスとは異なり、再生ガスは不活性ガス成分を含まず、フレッシュガス成分および可燃性ガス成分のみを含んでいる。

【0013】本発明の有利な実施態様において、外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分と、タンク通気のフレッシュガス成分とが加算され、また外部排気ガス戻しの可燃性ガス成分と、タンク通気の可燃性ガス成分とが加算される。本発明により、戻された排気ガスと、再生ガスの対応する成分とが加算される。前記の成分は、このように別々に考慮され、この結果、前記のように、本発明による燃焼のモデルの精度を高めることになる。

【0014】タンク通気を介して供給された排気ガスの量がタンク通気弁の制御の関数として決定されるときに、とくに有利である。有利な実施態様において、絞り弁を介して供給された空気のフレッシュガス成分が、外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分と、場合によりタンク通気のフレッシュガス成分とに加算される。本発明により、戻された排気ガスおよび供給された空気の対応する成分もまた加算される。前記の成分はこのように別々に考慮され、この結果、前記のように、本発明による燃焼モデルの精度を高めることになる。

【0015】本発明の他の有利な実施態様において、吸気管が、排気ガス戻しの、および絞り弁を介して供給された空気の、および場合によりタンク通気のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とに作用する、それぞれのむだ時間により考慮される。このように、吸気管内の通過時間を、決定されたモデルに使用することができる。

【0016】本発明の有利な実施態様において、外部排気ガス戻しの、および絞り弁を介して供給された空気の、および場合によりタンク通気のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算され、

内部排気ガス戻しのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが加算される。本発明により、戻された排気ガスと、供給された空気の対応する成分とが加算される。前記の成分は、このように別々に考慮され、この結果、前記のように、本発明による燃焼モデルの精度を高めることになる。

【0017】本発明の有利な実施態様において、排気管内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、燃焼式により、吸気管内のガス混合物のフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とから決定される。代替態様または追加態様として、排気管内の排気ガスのフレッシュガス成分と、不活性ガス成分と、可燃性ガス成分とが、排気管内に配置されているセンサにより決定されることが可能である。このように、吸気管内のガス混合物から内燃機関の燃焼室を介して排気管内の排気ガスへの関係が形成される。

【0018】本発明による方法を、とくに自動車の内燃機関の制御装置のために設けられている制御要素の形態で実行することはとくに重要である。この場合、制御要素にプログラムが記憶され、プログラムが計算装置、とくにマイクロプロセッサ上で実行可能であり、かつ本発明による方法の実行に適している。この場合、本発明は、制御要素に記憶されているプログラムにより実行され、したがって、プログラムを備えたこの制御要素は、プログラムが本方法の実行のために適しているその方法と同様に、本発明を示している。制御要素として、電気式記憶媒体、たとえば固定記憶装置（ROM）を使用してもよい。

【0019】

【発明の実施の形態】図1に自動車の内燃機関1が示され、内燃機関1において、ピストン2がシリンダ3内で往復運動可能である。シリンダ3に燃焼室4が設けられ、燃焼室4は、とくにピストン2、入口弁5および出口弁6により包囲されている。入口弁5には吸気管7が結合され、出口弁6には排気管8が結合されている。同様に、燃焼室4には、噴射弁と、場合により、点火プラグが付属されている。

【0020】吸気管7内には回転可能な絞り弁9が設けられ、絞り弁9を介して吸気管7に空気を供給可能である。空気供給量は、絞り弁9の角度位置の関数である。絞り弁9と燃焼室4との間で、吸気管7にタンク通気配管10が流入している。タンク通気配管10は、タンク通気弁11を介して活性炭フィルタ12と結合されている。タンク通気配管10を介して、自動車の燃料タンク内で蒸発されかつ活性炭フィルタ12内でフィルタリングされた再生ガスを、吸気管7に供給可能である。再生ガス供給量は、タンク通気弁11の位置の関数である。

【0021】排気管8から排気ガス戻し配管13が吸気管7に戻され、この場合、排気ガス戻し配管13は絞り

弁9と燃焼室4との間で吸気管7に流入している。排気ガス戻し配管13を介して、排気ガスを排気管8から吸気管7に戻すことが可能である。排気ガス戻し配管13内に排気ガス戻し弁14が設けられ、排気ガス戻し量は、排気ガス戻し弁14の位置の関数である。

【0022】次に、図2により、吸気管7に流入しかつそれから流出する粒子の数を、モデルにより決定可能な方法を説明する。この数は、図3に示すモデルの説明においてさらに使用される。

【0023】図2に使用されている符号は付録1に説明されている。図2に関連の式は付録2に記載されている。内燃機関1における吸気行程の間に、シリンダ3内のピストンの1行程において、吸気管7から粒子数 $N_{zy l neu}$ が取り出される。これは、粒子数 $N_{zy l ges}$ から粒子数 $N_{zy l irg}$ を減算することにより与えられる。

【0024】粒子数 $N_{zy l ges}$ は、燃焼室4の最大存在容積に基づいて、ピストン2が吸気管7から吸い込むことが可能な粒子数を表わしている。燃焼室4の最大存在容積は、ピストン2の行程容積 V_{hub} と、燃焼室4が有する無効容積 V_{tot} との関数である。粒子数 $N_{zy l ges}$ は一般式により計算することができ、この場合、入口弁5が閉じているときの燃焼室4内の温度 t_{bres} および吸気管7内の圧力 p_{saug} が考慮される。

【0025】粒子数 $N_{zy l irg}$ は、燃焼室4内の無効容積として残っている粒子数を表わし、この粒子数は、前記のように最後の燃焼からシリンダ3の燃焼室4内になお残っているため、ピストン2により吸気管7から吸い込まれない。粒子数 $N_{zy l irg}$ は、燃焼室4が有する無効容積 V_{tot} の関数である。粒子数 $N_{zy l irg}$ は一般の気体公式により計算され、この場合、出口弁6が閉じているときの燃焼室4内の温度 t_{bras} および排気管8内の圧力 p_{abg} が考慮される。

【0026】吸気管7から取り出された粒子数 $N_{zy l neu}$ は、その後、粒子数 $N_{ab ges}$ 、すなわち単位時間当たりの粒子数に変換される。このために、粒子数 $N_{zy l neu}$ は、内燃機関1の回転速度 n_{mot} と乗算される。内燃機関1として4サイクル機関が使用されるので、乗算定数 K が使用される。同時に、定数 K により、分から秒への換算が行われる。

【0027】粒子流れ $N_{ab ges}$ は、吸気管7から流出しかつ燃焼室4に流入する合計相対充填量 $r_{f ges}$ に変換することができる。吸気管7から燃焼室4内への粒子の流出は、同時に吸気管7内への流入を形成する。この場合、粒子流れ N_{zuges} がそれに相当する。

【0028】粒子流れ N_{zuges} は、吸気管7内に流入する合計相対充填量 $r_{f ges ro}$ に変換することができる。粒子流れ N_{zuges} は、粒子流れ N_{zud}

k 、 N_{zutev} および N_{zuagr} からなっている。粒子流れ N_{zudk} は、空気からなり、絞り弁9を介して吸気管7に流入する。粒子流れ N_{zutev} は、再生ガスからなり、タンク通気配管10を介して吸気管7に流入する。粒子流れ N_{zuagr} は、排気ガスからなり、排気ガス戻し配管13を介して吸気管7に流入する。

【0029】吸気管7から流出する粒子流れ $N_{ab ges}$ は、吸気管7に流入する粒子流れ N_{zuges} から減算される。この結果が積分器15に供給され、積分器15は、吸気管7の貯蔵特性をモデル化している。積分器15に供給された粒子流れ、すなわち単位時間当たりに供給された粒子数から、積分器15は粒子数 $N_{saug ges}$ を形成する。この粒子数 $N_{saug ges}$ は、それぞれの時点において吸気管7内に存在する粒子数を示す。

【0030】一般気体公式を用いて、粒子数 $N_{saug ges}$ から、吸気管7内の圧力 p_{saug} を決定することができる。このために、吸気管7の容積 V_{saug} および吸気管7内のガス温度 t_{saug} が考慮される。吸気管7内の圧力 p_{saug} から粒子数 $N_{zy l ges}$ を決定し、かつ粒子数 $N_{zy l ges}$ から粒子数 $N_{zy l neu}$ を決定することができ、図2の冒頭の説明は、粒子数 $N_{zy l neu}$ から出発している。

【0031】図3に、図2のモデルが、とくに内燃機関1における燃焼室内の燃料/空気混合物の燃焼を考慮して示されている。図3において使用されている符号は付録3に説明されている。図3に関連の式が付録4に記載されている。

【0032】内燃機関1の各排気行程において、燃焼室4から排気管8に排気ガス $r_{fab ges}$ が排出される。この排気ガス $r_{fab ges}$ は、フレッシュガス成分 $r_{ff gabg}$ と、不活性ガス成分 $r_{fig abg}$ と、可燃性ガス成分 $r_{fh cabg}$ とからなっている。フレッシュガス成分 $r_{ff gabg}$ は、燃焼のために必要なガス、たとえば酸素を表わしている。不活性ガス成分 $r_{fig abg}$ は、不燃性ガスたとえば一酸化炭素または二酸化炭素を表わしている。たとえば燃料蒸気からなるガスは、可燃性ガス成分 $r_{fh cabg}$ と理解される。

【0033】フレッシュガス成分 $r_{ff gabg}$ と、不活性ガス成分 $r_{fig abg}$ と、可燃性ガス成分 $r_{fh cabg}$ とは相対充填量を表わし、この相対充填量は、排出される合計排気ガス $r_{fab ges}$ で除算することにより、関連の濃度 $k_{fg abg}$ 、 $k_{ig abg}$ および $k_{h cabg}$ に変換される。これが変換ブロック19に示されている。

【0034】濃度 $k_{fg abg}$ 、 $k_{ig abg}$ および $k_{h cabg}$ は、それぞれむだ時間要素16に供給され、むだ時間要素16により、排気ガスを排気管8から排気

ガス戻し配管13を介して吸気管7に戻すために必要な時間がモデル化される。むだ時間要素16により、排気ガス戻し配管13および排気ガス戻し弁14を介して行われる排気ガス戻しもまた考慮される。これは外部排気ガス戻しを示す。

【0035】排気ガス戻し弁14の位置の関数として、排気ガス配管13を介して戻される排気ガス $r f a g r o$ を決定することができる。時間遅延された濃度 $k f g a b g$ 、 $k i g a b g$ および $k h c a b g$ を、戻された排気ガス $r f a g r o$ と乗算することにより、再び関連の相対充填量が得られる。これが乗算ブロック20に示され、乗算ブロック20により、外部排気ガス戻しを介して戻された成分 $r f f g a g r o$ 、 $r f i g a g r o$ 、 $r f h c a g r o$ が決定される。これらの成分は、吸気管7に戻されるフレッシュガス成分 $r f f g a g r o$ 、不活性ガス成分 $r f i g a g r o$ および可燃性ガス成分 $r f h c a g r o$ を表わしている。

【0036】濃度 $k f g a b g$ 、 $k i g a b g$ および $k h c a b g$ は、同様にそれぞれむだ時間要素17に供給され、むだ時間要素17により、同じシリンダ3の相前後する2つの燃焼の間の時間がモデル化される。

【0037】図2に関して説明したように、各燃焼において、内燃機関1の燃焼室4内に排気ガスを含む無効容積が残っている。この無効容積は、次の燃焼において再び考慮されなければならない。これは、むだ時間要素17を介しての戻しにより達成され、かつ内部排気ガス戻しとして表わされる。

【0038】残っている無効容積に加えて、燃焼室4から吸気管7への排気ガスのこのような戻しは、内燃機関1の排気行程の間に入口弁5が少なくともある時間開かれることにより、さらに増大させることができる。この時間の間、排気ガスは直接燃焼室4から吸気管7に戻される。この排気ガス戻しは、いわゆる拡大内部排気ガス戻しを表わし、この内部排気ガス戻しは、同様に次の燃焼において考慮されなければならない。これは、同様にむだ時間要素17により達成される。

【0039】内燃機関1の燃焼室4における無効容積の関数として、また、場合により、入口弁5の制御の関数として、直接戻される排気ガスの量 $r f i r g$ を決定することができる。この値を用いて、次に乗算ブロック21により、時間遅延濃度 $k f g a b g$ 、 $k i g a b g$ および $k h c a b g$ から、内部排気ガス戻しを介して戻される成分 $r f f g i r g$ 、 $r f i g i r g$ 、 $r f h c i r g$ を決定することができる。これらの成分は、吸気管7に戻されるフレッシュガス成分 $r f f g i r g$ 、不活性ガス成分 $r f i g i r g$ および可燃性ガス成分 $r f h c i r g$ を表わしている。

【0040】タンク通気配管10を介して吸気管7に供給される再生ガス $r f t e r o$ は、フレッシュガス成分 $r f f g t e r o$ および可燃性ガス成分 $r f h c t e r o$

からなっている。再生ガスの合計量 $r f t e r o$ は、タンク通気弁11の位置を介して決定することができる。再生ガス $r f t e r o$ の濃度の関数として、次にフレッシュガス成分のパーセント割合 $r f f g t e r o$ および可燃性ガス成分のパーセント割合 $r f h c t e r o$ を推定することができる。

【0041】とくに存在する空気圧の関数として、吸気管7に絞り弁9を介して供給される空気は、所定のフレッシュガス成分 $r f f g d k r o$ を有している。この最後のフレッシュガス成分 $r f f g d k r o$ 、再生ガスのフレッシュガス成分 $r f f g t e r o$ および外部排気ガス戻しのフレッシュガス成分 $r f f g a g r o$ が加算される。この結果は除算ブロック22に供給される。

【0042】外部排気ガス戻しの不活性ガス成分 $r f i g a g r o$ は、同様に除算ブロック22に供給される。再生ガスの可燃性ガス成分 $r f h c t e r o$ および外部排気ガス戻しの可燃性ガス成分 $r f h c a g r o$ は、加算され、かつ次に除算ブロック22に供給される。

【0043】図2に関して説明したように、粒子流れ $N z u g e s$ から、吸気管7内に流入する合計相対充填量 $r f g e s r o$ を決定することができる。一部加算により決定された相対充填量は、除算ブロック22に供給されて、この合計相対充填量 $r f g e s r o$ で除算することにより、濃度に変換される。

【0044】求められた濃度は、むだ時間要素18により時間遅延される。これにより、ガス混合物の吸気管7への搬送がモデル化される。むだ時間要素18にさらに低域フィルタを設けてもよく、この低域フィルタにより、ガス混合物が内燃機関1の吸気管7内を通過する間の混合をモデル化することができる。この場合、むだ時間要素18は、内燃機関1の吸気管7内のガス混合物を構成するフレッシュガス、不活性ガスおよび可燃性ガスに関係している。

【0045】図2に関して説明したように、粒子流れ $N a b g e s$ から、吸気管7から流出する合計相対充填量 $r f g e s$ を決定することができる。乗算ブロック23においてこの合計相対充填量 $r f g e s$ と乗算することにより、むだ時間要素18により時間遅延された濃度を、再び相対充填量に換算することができ、しかもフレッシュガスに対する相対充填量 $r f f g$ 、不活性ガスに対する相対充填量 $r f i g$ および可燃性ガスに対する相対充填量 $r f h c$ に換算することができる。

【0046】排気ガス戻し配管13を介して行われる外部排気ガス戻しは、図1に示すように、吸気管7と結合されている。この理由から、外部排気ガス戻しに関連の成分は、吸気管7をモデル化したむだ時間要素18の手前で結合されている。これとは異なり、内部排気ガス戻しは、燃焼室4内で直接行われるか、または、場合により、追加的に燃焼室4から吸気管7へ行われる。この理由から、内部排気ガス戻し弁に関連の成分は、吸気管7

* プラグにより点火され、かつ燃焼される。この燃焼から、このとき同様にフレッシュガス成分 $r f f g a b$ 、不活性ガス成分 $r f i g a b g$ および可燃性ガス成分 $r f h c a b g$ を有する排気ガスが求められ、図3の冒頭の説明はこれらの成分から出発している。

【0049】フレッシュガス成分 $r f f g a b g$ 、不活性ガス成分 $r f i g a b g$ および可燃性ガス成分 $r f h c a b g$ からなる排気管8内の排気ガスは、以下の燃焼式により、吸気管7を介して燃焼室4に供給されたガス混合物から決定することができ、この場合、このガス混合物は、フレッシュガス成分 $r f f g u v g$ 、不活性ガス成分 $r f i g u v g$ および可燃性ガス成分 $r f h c u v g$ からなっている。

【0050】フレッシュガスに対しては次式が成立する。

【0051】

※の量論比から得られ、この場合、ボタンに関しては、質量比 1 : 15 および密度比 1 : 2 である。括弧表現 < > 内の値が、燃焼室 4 に供給されたフレッシュガス $r f f g u v g$ から減算される。その理由は、燃焼において、供給された燃料質量流量 $r k$ および供給された可燃性ガスが変換され、したがって供給されたフレッシュガスが「消費」されるからである。

【0054】不活性ガスに対しては次式が成立する。

【0055】

★ってさらに多量の不活性ガスが発生するからである。

【0057】可燃性ガスに対しては次式が成立する

【0058】

【数3】

1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 26

【図面の簡単な説明】

【図2】図1の内燃機関の吸気管に流入しかつそれから流出する粒子の数を決定するためのモデルの概略ブロック回路図である。

【図3】粒子流れを、フレッシュガス、不活性ガス、および可燃性ガスに分割するための、図2の本発明によるモデルの他の概略ブロック回路図である。

【符号の説明】

1 内燃機関

2 ピストン

3 シリンダ
 4 燃焼室
 5 入口弁
 6 出口弁
 7 吸気管
 8 排気管
 9 絞り弁
 10 タンク通気配管
 11 タンク通気弁
 12 活性炭フィルタ
 13 外部排気ガス戻し配管
 14 外部排気ガス戻し弁
 15 積分器
 16, 17, 18 むだ時間要素
 19 濃度への変換ブロック
 20, 21, 23 乗算ブロック
 22 除算ブロック
 付録1
 N_{zylneu} シリンダ3の1行程において吸気管7から取り出される粒子数、単位: $kmol$
 N_{zylirg} 最後の燃焼からシリンダ3内になお残っている粒子数、単位: $kmol$
 N_{zylges} 1行程においてシリンダ3により吸込み可能な合計粒子数、単位: $kmol$
 V_{tot} シリンダ3の無効容積、単位: m^3
 V_{hub} シリンダ3の行程容積、単位: m^3
 p_{saug} 入口弁5が閉じているときの吸気管7内の圧力、単位: N/m^2
 t_{saug} 入口弁5が閉じているときの吸気管7内の温度、単位: K
 V_{saug} 吸気管7の容積、単位: m^3
 $N_{saugges}$ 吸気管7内に含まれている粒子数、単位: $kmol$
 N_{zuges} 吸気管7に単位時間当たり流入する粒子数、単位: $kmol/s$
 N_{abges} 吸気管7から単位時間当たり吸い込まれる粒子数、単位: $kmol/s$ N_{zutev} タンク通気弁11を介して単位時間当たり流入する粒子数、単位: $kmol/s$
 N_{zudk} 絞り弁9を介して単位時間当たり流入する粒子数、単位: $kmol/s$
 N_{zuagr} 排気ガス戻し弁14を介して単位時間当たり流入する粒子数、単位: $kmol/s$
 $nmot$ 内燃機関1の回転速度、単位: rpm
 r_{fges} 吸気管7からの合計相対充填量、単位: %
 r_{fgesro} 吸気管7内への合計相対充填量、単位: %
 t_{bres} 入口弁5が閉じているときの燃焼室4内の温度、単位: K
 t_{bras} 出口弁6が閉じているときの燃焼室4内の

温度、単位: K

p_{abg} 排気管8内の圧力、単位: N/m^2

T 時間、単位: 秒

R ガス定数: $8314 Nm/kmol \cdot K$

K 定数: 120 秒/分

付録2

$N_{zylneu} = N_{zylges} - N_{zylirg}$

$N_{zylges} = (p_{saug} \cdot (V_{tot} + V_{hub})) / (R \cdot t_{bres})$

10 $N_{zylirg} = (p_{abg} \cdot V_{tot}) / (R \cdot t_{bras})$

$N_{abges} = (N_{zylneu} \cdot nmot) / K$

$N_{saugges} = (N_{zuges} - N_{abges}) \cdot T$

$p_{saug} = (N_{saugges} \cdot t_{saug} \cdot R) / V_{saug}$

$N_{zuges} = N_{zutev} + N_{zudk} + N_{zuagr}$

付録3

20 r_{ftero} 合計相対充填量、タンク通気から吸気管へ

$r_{ffgtero}$ 相対充填量、フレッシュガス、タンク通気から吸気管へ

$r_{fhctero}$ 相対充填量、可燃性ガス、タンク通気から吸気管へ

$r_{ffgdkro}$ 相対充填量、フレッシュガス、絞り弁から吸気管へ

r_{fagro} 合計相対充填量、外部排気ガス戻しから吸気管へ

30 $r_{ffgagro}$ 相対充填量、フレッシュガス、外部排気ガス戻しから吸気管へ

$r_{figagro}$ 相対充填量、不活性ガス、外部排気ガス戻しから吸気管へ

$r_{fhcagro}$ 相対充填量、可燃性ガス、外部排気ガス戻しから吸気管へ

$r_{fabgges}$ 合計相対充填量、排気ガス

r_{ffgabg} 相対充填量、排気ガス内のフレッシュガス

r_{figabg} 相対充填量、排気ガス内の不活性ガス

r_{fhcabg} 相対充填量、排気ガス内の可燃性ガス

k_{fgabg} 排気ガス内のフレッシュガス濃度

k_{igabg} 排気ガス内の不活性ガス濃度

k_{hcabg} 排気ガス内の可燃性ガス濃度

r_{ffg} 相対充填量、フレッシュガス

r_{fig} 相対充填量、不活性ガス

r_{fhc} 相対充填量、可燃性ガス

r_{ffgigr} 相対充填量、フレッシュガス、内部排気ガス戻しから

r_{figigr} 相対充填量、不活性ガス、内部排気ガス戻しから

15

rfhcirg 相対充填量、可燃性ガス、内部排気ガス戻しから

rfirg 合計相対充填量、内部排気ガス戻しから

rffguvg 相対充填量、フレッシュガス、燃焼室へ

rfiguvg 相対充填量、不活性ガス、燃焼室へ

rfhcuvvg 燃焼室への相対充填量、可燃性ガス、燃焼室へ

rk 相対燃料質量流量

付録4

rfgesro=rffgterro+rffgdkro
+rffgagro+rfigagro+rfhcterro+rfhcagro

rfges=rffg+rfig+rfhc *

16

*rftero=rffgterro+rfhcterro

rffguvg=rffg+rffgirg

rffguvg=rfig+rfigirg

rfhcuvvg=rfhc+rfhcirg

rfirg=rffgirg+rfigirg+rfhcirg

rfabgges=rffgabg+rfigabg+rfhcabg

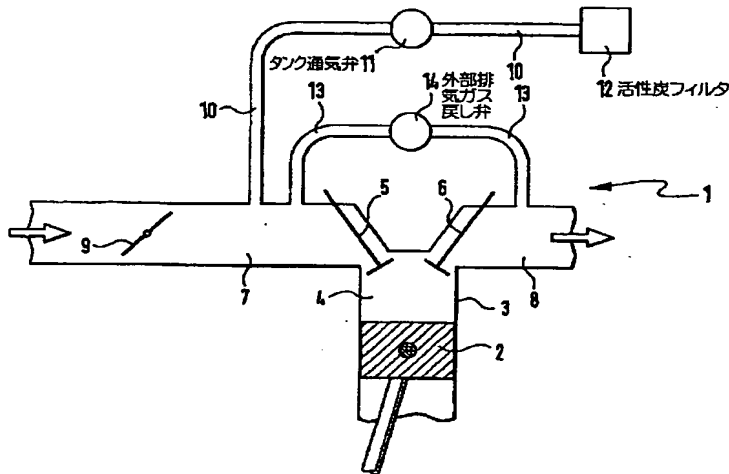
kfgabg=rffgabg/rfabgges

10 kigabg=rfigabg/rfabgges

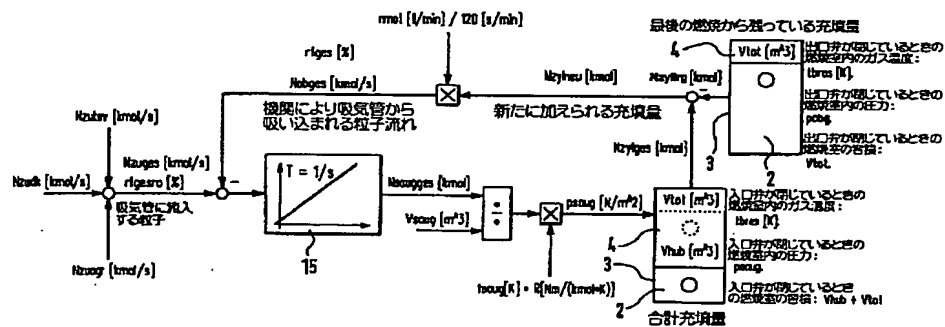
khcagb=rfhcabg/rfabgges

rfagro=rffgagro+rfigagro+rfhcagro

【図1】



【図2】



[illegible]

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターコード (参考)
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 E 3 0 1 N
F 0 2 M 25/08	3 0 1	F 0 2 M 25/08	3 0 1 H 3 0 1 U

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.